

MAR MIT UNBEMANNTE LUFTFAHRZEUGEN (DROHNEN) UIS 2020, DESSAU-ROßLAU

Maria Ressel, Simon Burkard, Frank Fuchs-Kittowski, 11. März 2020

AGENDA

1. Motivation
2. Hintergrund – AR, Drohne, AR-Drohnen
3. Identifikation von Anwendungsbereichen
4. Entwurf von Architekturen
5. Zusammenfassung und Ausblick

EINFÜHRUNG

- **Motivation**
 - AR-Drohne: Kombination von
 - Mobiler Erweiterter Realität (mAR) und
 - Unbemannten Fluggeräten (Drohne)
 - Viele innovative Anwendungen möglich
- **Problem**
 - Anwendungsszenarien kaum vorhanden und bekannt
 - Wissen über technische Umsetzungen fehlt
 - Potenzial wird bislang nicht genutzt
- **Ziel**
 - Identifizieren von Anwendungsbereichen
 - Identifizieren von software-technischen Ansätzen
 - Potenzial ausschöpfen



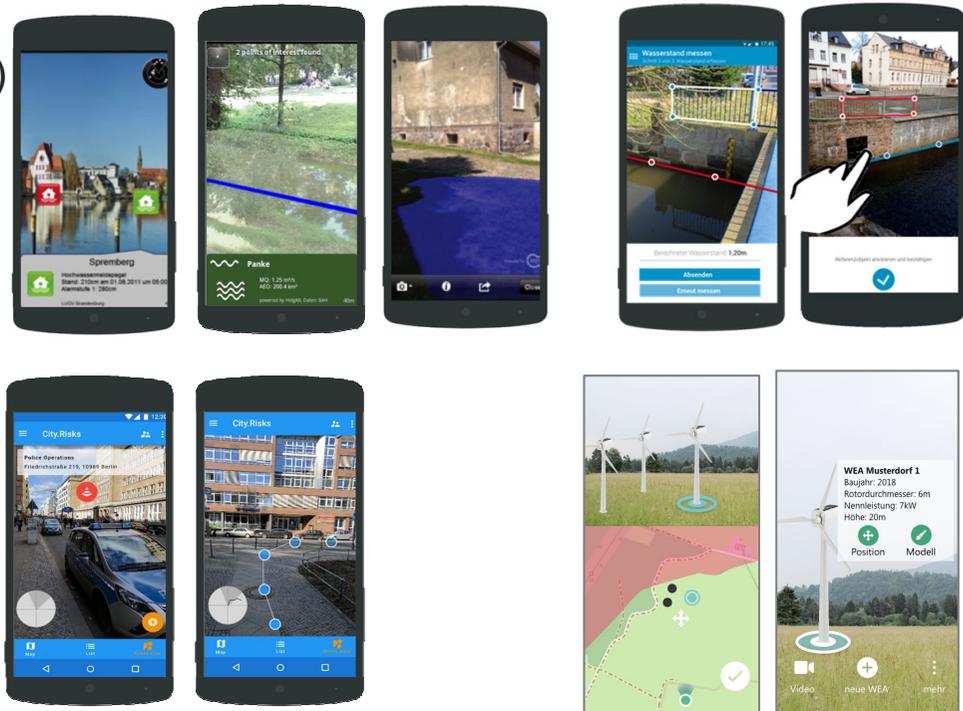
HINTERGRUND – MOBILE ERWEITERTE REALITÄT

- **Erweiterte Realität** (Augmented Reality, AR)
 - Ergänzung/Überlagerung der **Wahrnehmung**
 - der **realen Welt** mit **digitalen Zusatz-Informationen**
- **Mobile Erweiterte Realität** (Mobile Augmented Reality, mAR)
 - Nutzung **mobiler Endgeräte**
 - zur gemeinsamen Wahrnehmung von realer Welt und digitalen Informationen **im Ortskontext**
- Anwendungen zahlreich
 - Tourismus, Medizin, Bildung, Museen, Marketing, Unterhaltung, Katastrophen-, Natur- und **Umweltschutz**
- Technische Plattform
 - **Smartphone/Tablets**, AR-Brillen, Drohne

HINTERGRUND – MOBILE ERWEITERTE REALITÄT

Anwendungs-Beispiele im Umweltbereich

- **Hochwasserschutz** (UIS2013 & 2016)
 - Hochwasserwarnungen
 - Gewässerinformation
 - Hochwassergefahrenkarten
 - Wasserstands-Messung
- **Katastrophenschutz** (UIS2017)
 - Aktuelle Vorfälle
 - Sichere Navigation
- **Erneuerbare Energien** (UIS2020)
 - Windenergie-Anlagen



HINTERGRUND – MOBILE ERWEITERTE REALITÄT

Vertiefung: Tracking

- **Tracking:** Bestimmung der Lage (Pose) des mobilen Geräts
- **a) Ortsbasiert:** mittels GPS- und IMU-Sensoren zur Bestimmung der Position und Blickrichtung des Nutzers
 - Outdoor-geeignet, aber ungenau
- **b) Bildbasiert:** Analyse des Kamera-Bildes zur Identifikation realer Objekte (Marker, Natural Feature Tracking)
 - Genau, aber nur Indoor geeignet
 - **c) Modellbasiert (SLAM):** Analyse des Kamera-Bildes zur Erstellung eines 3D-Modell der Realität und gleichzeitiger Positionierung von Objekten darin
 - Genau, Indoor-geeignet, Outdoor-Potenzial

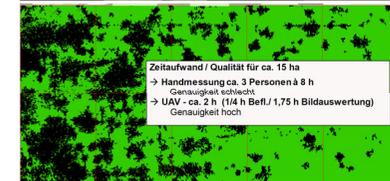
HINTERGRUND – UNBEMANNTE FLUGGERÄTE (DROHNE)

- **Begriff:** zivile Fluggeräte ohne menschlichen Piloten an Board
 - „**Drohne**“ (militärisch, umgangssprachlich, verbreitet)
 - Unbemanntes Luftfahrzeug, UAV (engl. Sprachraum)
 - Unbemanntes Luftfahrzeugsystem, UAS (dt. Sprachraum)
 - Luftfahrzeug (UAV) + Bodenkontrollstation + Datenlink
- **Kernkomponenten:**
 - Flugwerk, Antrieb, Steuereinheit (Software), Sensorik (insb. Kamera, GNSS/GPS, IMU, ...) etc.
 - Geeignet für mAR
- **Einsatz:** Bildaufnahmen, Kommunikation, Transport etc.
- Zahlreiche **Anwendungen** und Anwendungsgebiete
 - Überwachung, Inspektionen, Bauwesen, Medien, Logistik, Landwirtschaft, Katastrophen- und **Umweltschutz**

HINTERGRUND – UNBEMANNT FLUGGERÄTE (DROHNE)

Anwendungs-Beispiele (J. Ruppe, RUCON GmbH, UIS2017)

- Drohne/UAV als **Sensor**(-träger) (Messmaschine)
 - Erfassung statischer Sachverhalte
 - Flächen- und Objekt-**Vermessung**
 - Beurteilung von biotischen und abiotischen **Schäden** (Wild-, Mäuse-, Käfer-Schäden)
 - Durchführung technischer Kontrollen (Waldbrand)
 - Erfassung dynamischer Sachverhalte
 - Wildtierdetektion
- Drohne UAV als **Aktor** (Arbeitsmaschine)
 - Ausbringung von Trichogramma-Kapseln (gegen den Maiszünsler)



HINTERGRUND – AR-DROHNE

Idee einer AR-Drohne

- Kombination von Drohne und Augmented Reality
- Überlagerung
 - des Kamerabildes der Drohne (mobiles Gerät)
 - auf dem Display des Drohnen-Nutzers (mobiles Gerät)
 - mit zusätzlichen, digitalen Informationen



HINTERGRUND – AR-DROHNE

Idee einer AR-Drohne



- Funktion
 - Verknüpfung des durch die Drohne Gesehenen mit dazugehörigen Informationen
- Einsatzzwecke
 - Insb. wenn
 - Keine oder begrenzte Zugänglichkeit möglich (Waldbrand, Hochwasser, WEA)
 - Andere Blickwinkel, größerer Abstand erforderlich (Haus, Deich, Wald)
 - Sichtbarmachen von Nicht-Sichtbaren
 - Nicht-mehr (Vergangenheit), gerade-nicht (Gegenwart) oder noch-nicht (Zukunft)
- Technisch
 - Nur geringer Unterschied zu AR-Anwendungen für Smartphones/Tablets

HINTERGRUND – AR-DROHNE

Aktueller Stand

- Viele Beiträge im Web und in populär-wiss. Literatur
- Forschungs-Prototypen (prinzipielle Machbarkeit), z.B.
 - eingeschränkten Labor-Umgebungen [Koch et al. 2011]
 - nicht in Echtzeit [Huusknoen 2018]
 - geringe Praxistauglichkeit [Wang et al. 2016]
- kommerzielle Anwendungen (Marketing), z.B.
 - Beta-Versionen, Prototypen, nicht tauglich für Praxis (ARGUS-Plattform von Edgybees , AirCraft-Plattform von DroneBase , RespondAR von RapidImaging)
- Gesichertes Wissen fehlt über
 - Anwendungsbereiche und technische Umsetzbarkeit

AR-DROHNEN-ANWENDUNGSBEREICHE

- Systematische **Literaturanalyse** (nach [Kitchenham 2007])
- Identifikation von **Überschneidungen** von
 - mAR- Anwendungsbereichen und
 - Drohnen-Anwendungsbereichen

Anwendungsbereich	Häufigkeit	AR	Drohne
Inspektion, Powerline Inspektion, Telekom Inspektion, Inspektion von Windkraftanlagen, Inspektion und Wartung, Wartung und Reparatur, Wartung und Training, Wartung in Industrie und Militär	18	8	10
Industrie und Manufaktur, Industrie, Industrie und Konstruktion, Konstruktion, Montage und Konstruktion, Montage, Industrieanlagen und Bawerke	12	7	5
Engineering	5	2	3
Versorgungsunternehmen, Stromversorgungsunternehmen, Energiewirtschaft, Energie und Anlagen	4	0	4
Infrastruktur	3	0	3
Insgesamt	42	17	25

- **Ergebnis**
 - 322 Anwendungsfälle
 - 85 Anwendungsbereiche
 - 7 Anwendungsbereichsklassen



AR-DROHNEN-ANWENDUNGSBEREICHE

- **Inspektion/Wartung:** reparaturbedürftige Stellen einer WEA identifizieren und anzeigen
- **Vermessung:** identifizierte Flächen anzeigen, Vermessung von kürzlich entdeckten Tempel
- **Entertainment:** Renn-/Kampf-Spiel mit virtuellen Hindernissen
- **Militär:** -
- **Katastrophenschutz:** Überlagerung mit Zusatzinformationen für bessere Orientierung; Markierung relevanter Orte; Soll-Ist-Vergleich für bessere Schadensbeurteilung und Koordination der verfügbaren Ressourcen
- **Kritls:** Erkennen und Visualisieren von Lecks



AR-DROHNEN-ANWENDUNGSBEREICHE

Beispiele aus dem Umweltbereich

- **Nicht Sichtbare Objekte** (Hochwasserschutz)
 - Aus der **Vergangenheit**:
 - Ausmaß histor. Hochwasser, zerstörte Gebäude
 - In der **Gegenwart**:
 - überschwemmte Straßen, Infrastrukturen, Schäden
 - In der **Zukunft**:
 - geplanter Deich, prognost. Gefahren
- Erschwerte **Zugänglichkeit**, Anderer **Blickwinkel**, **Größe**
- **Kollaboration** (bei Inspektion):
 - Markierung von zu überprüfenden Deichstellen

ARCHITEKTUREN VON AR-DROHNEN-ANWENDUNGEN

Einführung

- Unterscheidung nach Tracking-Verfahren

- **Ortsbasiert**

- **Bildbasiert**

- **Modellbasiert mit Offline-SLAM**

- **Modellbasiert mit Instant-SLAM**

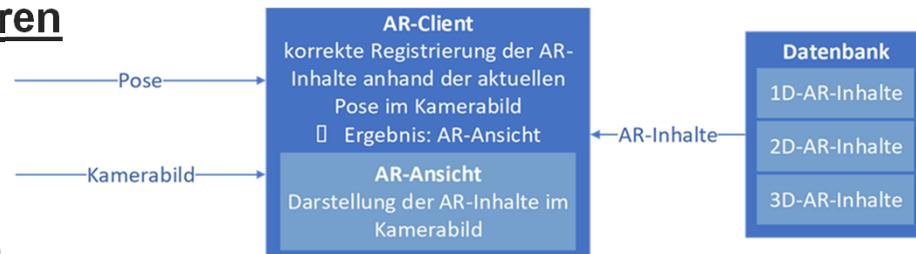
- Grund-Bausteine der Architekturen

- **AR-Client:**

- nimmt korrekte *Registrierung* der AR-Inhalte vor (mit Hilfe Kamerabild und Pose)

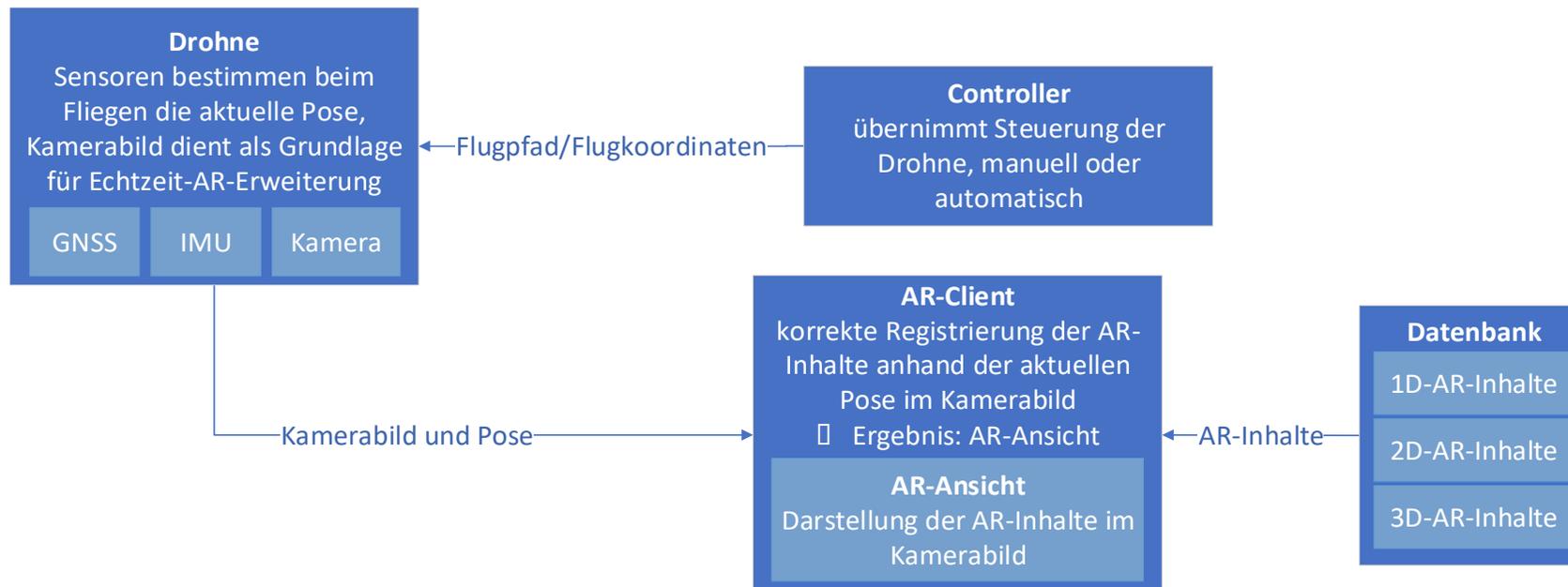
- stellt diese in einer *AR-Ansicht* im Display des Drohnen-Nutzers dar

- **AR-Datenbank:** stellt AR-Inhalte bereit (1D, 2D, 3D)



ARCHITEKTUREN VON AR-DROHNEN-ANWENDUNGEN

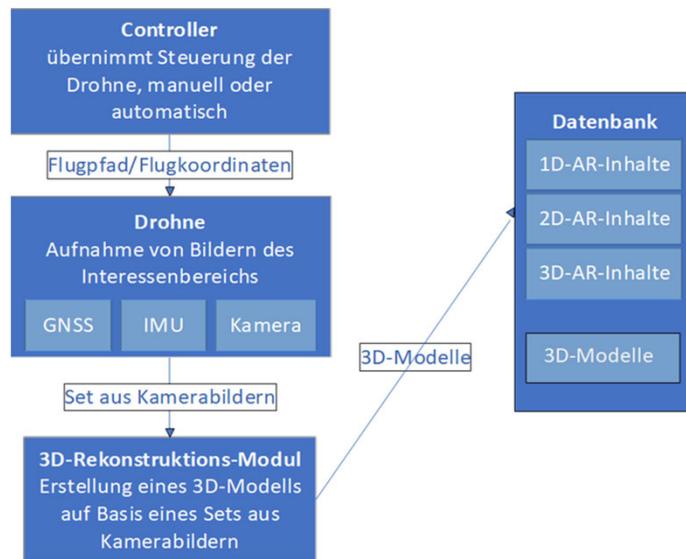
Architektur bei ortsbasiertem Tracking



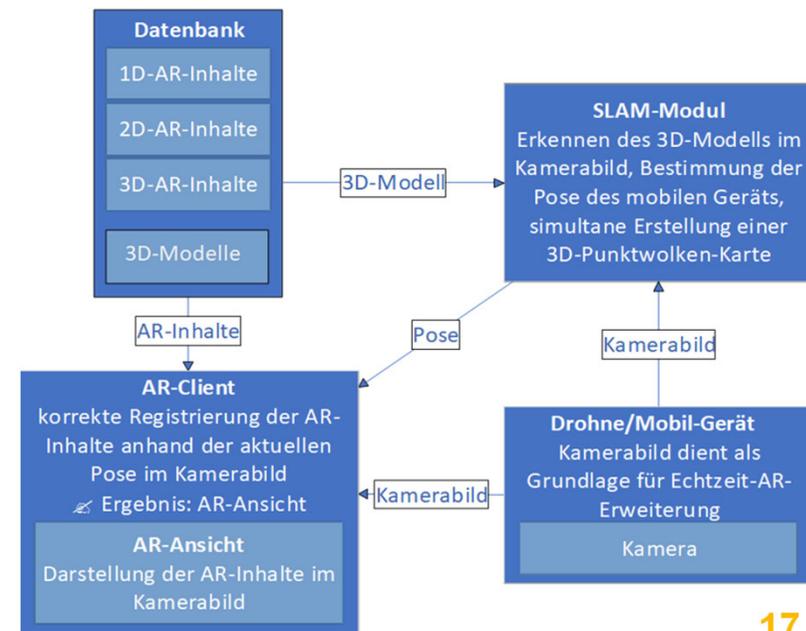
ARCHITEKTUREN VON AR-DROHNEN-ANWENDUNGEN

Architektur bei modellbasiertem Tracking mit Offline-SLAM

– 1. Schritt: Erstellung 3D-Modell m. Drohne

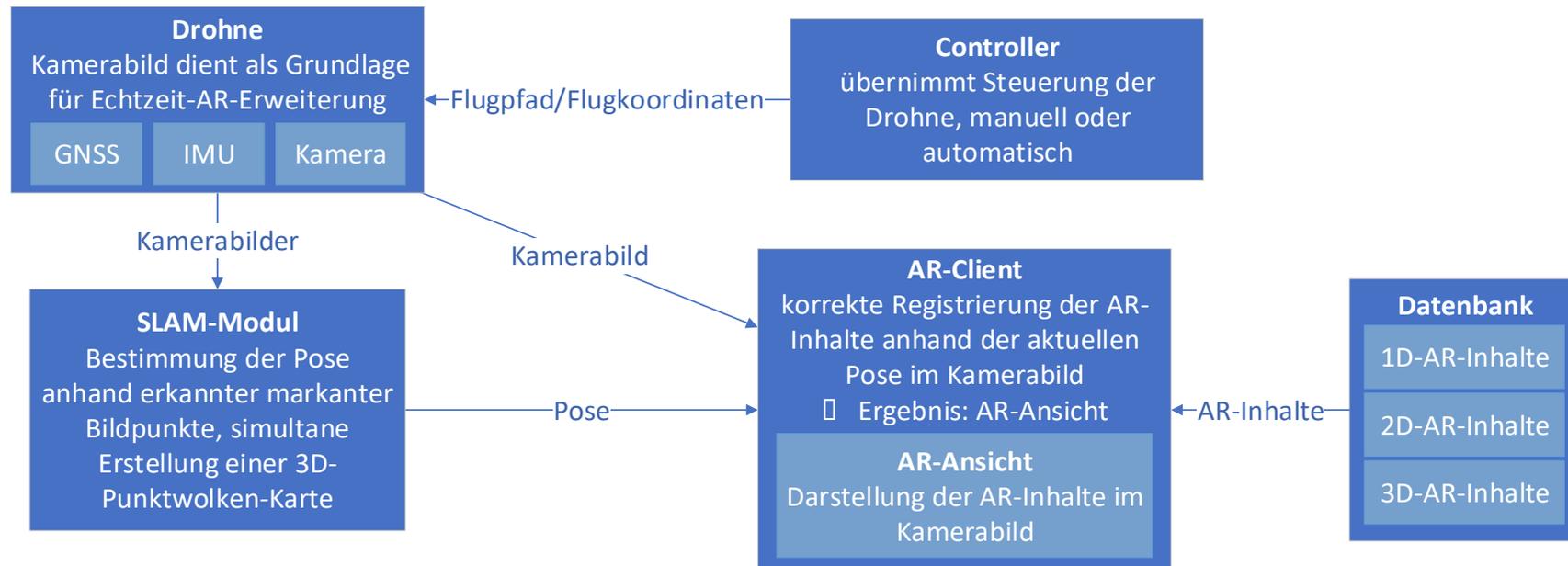


– 2. Schritt: Tracking mit 3D-Modell



ARCHITEKTUREN VON AR-DROHNEN-ANWENDUNGEN

Architektur bei modellbasiertem Tracking mit Instant-SLAM



ARCHITEKTUREN VON AR-DROHNEN-ANWENDUNGEN

Vergleich und Bewertung der Architekturen

	Ortsbasiertes Tracking	Modellbasiertes Tracking – Offline-SLAM	Modellbasiertes Tracking – Instant-SLAM
Genauigkeit	Nicht ausreichend genau	Sehr genau bei idealen Lichtverhältnissen	Sehr genau bei idealen Lichtverhältnissen und markanten Bildpunkten
User-Experience	Ausreichend, aber ggf. driftende und „wackelnde“ Inhalte	Hoch, aber unzureichend, wenn das Modell von einem falschen Winkel aus betrachtet wird	Sehr hoch, aber Benutzer darf keine schnellen Bewegungen vollziehen
Robustheit	Sehr robust, aber Probleme bei Sensor-Störungen	Robust, aber Probleme bei schlechten Lichtverhältnissen oder veralteten 3D-Modellen	Robust, aber Probleme bei schlechten Lichtverhältnissen und sich schnell bewegenden Objekten; nicht robust bei schneller Bewegungen der Kamera und homogenen Flächen; nicht robustes 3D-Modell
Umsetzbarkeit	Geringer Aufwand	Aufwendig; bereits vorhandene SLAM-Module müssten angepasst werden	Aufwendig; bereits vorhandene SLAM-Module müssten angepasst werden

FAZIT

Zusammenfassung und Ausblick

- **AR-Drohne:** Kombination von Drohnen- und mAR-Technologie
 - Viele Anwendungen in verschiedenen Bereichen (Zugänglichkeit, Blickwinkel)
 - Unterschiedliche Architekturen (ja nach Tracking-Ansatz, Vor- und Nachteile)
- **Forschungsbedarf & Herausforderungen**
 - Technologie, u.a.
 - Tracking (hybride Technologien für stabileres Tracking-Ergebnis)
 - AR-Cloud, Echtzeit-Fähigkeit (insb. Prozessierung der Daten)
 - Akzeptanz in Bevölkerung
 - Gesetzliche Regelungen
- **Projekt-Ideen: ???**

VIELEN DANK!

Maria Ressel



Frank Fuchs-Kittowski



Simon Burkard

